

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 46 098.1

Anmeldetag: 02. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: EPCOS AG, München/DE

Bezeichnung: Schaltungsanordnung

IPC: H 02 H, H 04 B, H 01 L

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

Beschreibung

Schaltungsanordnung

5 Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung mit einer
Schalteinheit, die mit einem Anschluß für ein Hochfrequenzsi-
gnal verbunden ist. Darüber hinaus ist die Schalteinheit mit
weiteren Signalleitungen verbunden. Der Anschluß der Schal-
tungsanordnung ist mit einer Schutzvorrichtung gegen elek-
10 trostatische Entladungen verbunden.

Schaltungsanordnungen der eingangs genannten Art werden oft
als Multiband-Frontendmodule für Mobiltelefone verwendet. Sie
sind in dieser Anwendung am Antenneneingang mit der Antenne
15 des Mobiltelefons verbunden. Die Berührung der Antenne durch
einen elektrisch geladenen Benutzer kann zu elektrostatischen
Entladung führen, wie sie auch unter dem Namen "Electrostatic
Discharge ESD" bekannt sind. Diese elektrostatischen Entla-
dungen können Spannungsspitzen erzeugen, die geeignet sind,
20 die Schaltungsanordnung zu zerstören. Dementsprechend ist es
erforderlich, Schaltungsanordnungen der eingangs genannten
Art mit einer Schutzvorrichtung gegen ESD auszurüsten.

In Hochfrequenzteilen von Mobiltelefonen werden u.a. Kompo-
25 nenten eingesetzt, die gegenüber elektrostatischen Entladun-
gen empfindlich sind. Diese Komponenten sind beispielsweise
akustische Oberflächenwellen-Filter, Galliumarsenid-Schalter,
PIN-Dioden, Verstärker oder ähnliche. Sie können durch Ein-
wirkung hochfrequenter Hochspannungspulse, wie sie durch ESD
30 erzeugt werden, irreversibel zerstört werden. Diese Problema-
tik ist für diskrete Galliumarsenid-Schalter und Frontend-
Module mit integriertem Galliumarsenid-Schalter ebenso rele-
vant wie für Frontendmodul mit pin-Schalttechnologie und in-
tegriertem Oberflächenwellen-Filter. Ebenso betrifft die Pro-
35 blematik die ESD-empfindlichen Komponenten, die in den Sende-
und Empfangspfaden des Hochfrequenzteils eingesetzt werden.
Dies erschwert einen Einsatz in Mobiltelefonen, wodurch ex-

terne, zugängliche Antennen, beispielsweise externe Antennen im Auto, elektrostatische Entladungen direkt auf den Antenneneingang des Galliumarsenid-Schalters oder Frontendmoduls möglich sind. Es wird daher von vielen Herstellern von Mobiltelefonen eine ESD-Festigkeit der Frontendmodule bzw. Galliumarsenid-Schalter entsprechend der Norm IEC61000-4-2 in Höhe von 8 kV am Systemlevel gefordert.

Aus der Druckschrift WO 00/57515 sind Schaltungsanordnungen der eingangs genannten Art bekannt, die mit einer Schutzvorrichtung gegen ESD ausgerüstet sind. Die Schutzvorrichtung ist durch einen elektrischen Hochpaß-Filter, bei dem eine Kapazität in Reihe und eine Induktivität parallel zum Antenneneingangspfad geschaltet ist, gebildet.

Der in der bekannten Schaltungsanordnung verwendete Hochpaßfilter zum Schutz der Schaltungsanordnung hat den Nachteil, daß das Schutzelement frequenzabhängig arbeitet. Dabei werden alle Frequenzanteile eines Signals ab einer bestimmten Grenzfrequenz nahezu ungehindert durchgeleitet. Alle anderen Frequenzanteile werden unterdrückt. Diese frequenzabhängige Arbeitsweise hat zur Folge, daß sehr viele Frequenzen, die bei einem Mobiltelefon nicht erwünscht sind, noch durchgelassen werden. Beispielsweise werden bei Mobiltelefonen nach dem GSM-, PCN- oder PCS-Standard Frequenzen zwischen etwa 1 und 2 GHz verwendet. Alle übrigen von der Antenne eingefangenen Frequenzen sind eher störend und müssen daher weggefiltert werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Schaltungsanordnung anzugeben, bei der die Schutzvorrichtung gegen elektrostatische Entladungen verbessert ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schaltungsanordnung nach Patentanspruch 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Schaltungsanordnung sind den abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

Es wird eine Schaltungsanordnung angegeben, die einen Anschluß für ein Hochfrequenzsignal aufweist. Ferner weist die Schaltungsanordnung wenigstens zwei weitere Signalleitungen auf. Es ist darüber hinaus eine Schalteinheit vorgesehen, die zur Verbindung des Anschlusses mit einer der Signalleitungen dient. Es ist darüber hinaus eine primäre Schutzvorrichtung vorgesehen, die zwischen dem Anschluß und der Schalteinheit geschaltet ist. Die Schutzvorrichtung enthält ein Spannungsbegrenzungselement, das Spannungsimpulse, die größer als eine Schaltspannung sind, gegen ein Referenzpotential ableitet.

Die Schaltungsanordnung hat den Vorteil, daß die Ableitung der störenden, aufgrund von ESD verursachten Signale nicht mehr frequenzabhängig erfolgt. Vielmehr werden die störenden Signale aufgrund ihres Spannungshubes erkannt und gegen das Referenzpotential abgeleitet. Hierfür ist es vorteilhaft, ein Spannungsbegrenzungselement zu verwenden, das oberhalb einer Schaltspannung einen sehr geringen Widerstand aufweist. Unterhalb der Schaltspannung weist das Spannungsbegrenzungselement einen sehr hohen Widerstand auf, so daß Signale, die unterhalb der Schaltspannung liegen, ungehindert vom Anschluß zur Schalteinheit gelangen und von dort einer Signalleitung zugeschaltet werden können. Andererseits werden Spannungsimpulse, deren Spannungshub größer ist als die Schaltspannung, zuverlässig erkannt und gegen das Referenzpotential abgeleitet.

Somit kann also vorteilhaft verhindert werden, daß Spannungsimpulse, die nicht im Nutzbereich der Schaltungsanordnung liegen und die einen sehr hohen, störenden Spannungshub aufweisen, ungehindert zur Schalteinheit gelangen.

Durch eine geeignete Wahl der Schaltspannung kann erreicht werden, daß nur solche Signale gegen das Referenzpotential abgeleitet werden, die größer sind als die der Schaltungsanordnung beispielsweise zur Übertragung von Informationen ge-

nutzten Signale. Somit können Störsignale, deren Spannungshub die Belastbarkeit bzw. die maximale vorgesehene Belastung der Schaltungsanordnung übersteigen, zuverlässig am Erreichen der Schalteinheit gehindert werden.

5

Das Referenzpotential kann beispielsweise ein Massepotential sein. Dabei ist jedoch darauf zu achten, daß es sich beispielsweise bei Mobiltelefonen nicht um eine Masse im klassischen Sinne handelt, sondern daß es sich vielmehr um eine lokale Masse handelt, die im wesentlichen die Rolle eines Bezugspotentials spielt, die aber nicht als unendlich gute Ableitung für Ladungsträger angesehen werden kann.

10

In einer Ausführungsform der Schaltungsanordnung ist eine Schutzvorrichtung vorgesehen, deren Einfügedämpfung kleiner als 0,3 dB ist. Eine solche Schutzvorrichtung hat den Vorteil, daß die Verarbeitung der Nutzsignale in der Schaltungsanordnung kaum beeinträchtigt wird, so daß, beispielsweise bei der Nutzung als Mobiltelefon, auf die Benutzung von unnötig leistungsstarken Verstärker verzichtet werden kann, womit sowohl die Stand-By-Betriebszeit als auch die Übertragungsqualität der Informationen verbessert werden kann.

15

20

In einer Ausführungsform der Schaltungsanordnung weist das Spannungsbegrenzungselement eine Kapazität auf, die kleiner 1 pF ist. Dadurch kann erreicht werden, daß die parasitäre Kapazität des Spannungsbegrenzungselementes ausreichend niedrig ist, um eine Störung der Nutzsignale bzw. eine zu starke Dämpfung der Nutzsignale zu verhindern.

25

30

Beispielsweise ist als Spannungsbegrenzungselement eine Galliumarsenid-Doppeldiode geeignet.

Eine solche Doppeldiode kann schaltungstechnisch so in die Schaltungsanordnung integriert werden, daß die primäre Schutzvorrichtung eine Leitung enthält, die den Anschluß mit der Schalteinheit verbindet. Die Leitung ist über das Span-

35

nungsbegrenzungselement mit dem Referenzpotential verbunden. Hieraus resultiert quasi eine Parallelschaltung des Spannungsbegrenzungselementes zur Signalleitung.

- 5 In einer anderen Ausführungsform der Schaltungsanordnung ist ein zweites Schutzelement parallel zum ersten Spannungsbegrenzungselement geschaltet. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn zwischen den Schutzelementen in Reihe zur Leitung noch eine Kapazität geschaltet ist.

10

Das zweite Schutzelement kann beispielsweise eine Funkenstrecke sein. Die Verwendung einer Funkenstrecke ist insbesondere vorteilhaft, da sie sehr leicht in ein keramisches Vielschichtsubstrat integriert werden kann, womit die Integrationsdichte der Schaltungsanordnung vorteilhaft verbessert werden kann. Die Funkenstrecke ist insbesondere geeignet für den Fall, daß die Schalteinheit pin-Dioden enthält.

15

Durch die Kombination des ersten Spannungsbegrenzungselementes mit einem zweiten Schutzelement kann die Schutzwirkung der Schutzvorrichtung in einen Grobschutz und einen Feinschutz unterteilt werden. Bei der Verwendung einer Galliumarsenid-Doppeldiode für das erste Spannungsbegrenzungselement kann diese als Feinschutz für die Schaltungsanordnung betrachtet werden. Dementsprechend kann das zweite Schutzelement die Funktion des Grobschutzes übernehmen. In diesem Zusammenhang ist unter Grobschutz zu verstehen, daß Ströme bis zu 30 A durch das entsprechende Schutzelement fließen können. Durch das Spannungsbegrenzungselement, das den Feinschutz repräsentiert, sollten dementsprechend kleinere Ströme fließen.

20

25

30

In einer anderen Ausführungsform der Schaltungsanordnung kann das zweite Schutzelement ein Polymersuppressor sein. Bei diesem Polymersuppressor ist in einer Funkenstrecke noch ein elektrisch leitfähiges Polymer eingebettet, das seine elektrische Leitfähigkeit mit der anliegenden Spannung ändert.

35

In einer anderen Ausführungsform der Schaltungsanordnung kann das zweite Schutzelement ein Überspannungsbauelement sein, dessen parasitäre Kapazität 1 pF nicht übersteigt. Eine solche Grenze für die Kapazität ist vorteilhaft, da dadurch gleichzeitig die maximale Einfügedämpfung für das zweite Schutzelement begrenzt wird.

Als Überspannungsbauelement kommt beispielsweise ein Varistor in Betracht.

10

In einer anderen Ausführungsform der Schaltungsanordnung ist als zweites Schutzelement eine Induktivität vorgesehen. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Induktivität größer als 18 nH ist. In diesem Fall weist nämlich das zweite Schutzelement eine ausreichend niedrige Einfügedämpfung auf.

15

Neben der Galliumarsenid-Doppeldiode ist für das erste Spannungsbegrenzungselement jedes andere Überspannungsbauelement geeignet, dessen parasitäre Kapazität kleiner als 1 pF beträgt und das eine Schaltspannung kleiner als 200 V aufweist. Vorteilhafterweise verwendet man ein erstes Spannungsbegrenzungselement, dessen Schaltspannung kleiner als 100 V ist. Je kleiner die Schaltspannung des ersten Spannungsbegrenzungselementes ist, um so effektiver können empfindliche Komponenten der Schaltungsanordnung vor zu hohen Spannungsimpulsen geschützt werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß auch die Nutzsignale, die von der Schaltungsanordnung beispielsweise zur Übertragung von Informationen oder Sprache benutzt werden, einen gewissen Signalmindesthub aufweisen, der natürlich von der Schaltspannung des ersten Spannungsbegrenzungselementes nicht erfaßt werden darf, um zu verhindern, daß die Übertragung der Signale bzw. Sprache durch das zweite Schutzelement verschlechtert wird.

20

25

30

Desweiteren kommt als erstes Spannungsbegrenzungselement in Betracht ein Überspannungsbauelement, dessen Einfügedämpfung kleiner als 0,3 dB ist.

35

In einer anderen Ausführungsform der Schaltungsanordnung sind eine oder mehrere Kontroll-Leitungen vorgesehen zur Steuerung der Schalterstellung der Schalteinheit. Jede Kontroll-Leitung ist vorteilhafterweise, aber nicht zwingend mit einer sekundären Schutzvorrichtung gegen Hochspannungen verbunden.

Diese Ausführungsform der Schaltungsanordnung hat den Vorteil, daß auch Störungen von den Kontroll-Leitungen wirksam unterdrückt werden können. Neben dem direkt über den Anschluß auf die Schaltungsanordnung einlaufenden Störpuls kann nämlich eine elektrostatische Entladung auch über eine Massekopplung, bzw. über eine Kopplung durch das gemeinsame Bezugspotential eine hohe Spannung an der Schaltungsanordnung erzeugen. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß der in einem Schalter üblicherweise verwendete Kontroll-Eingang entweder auf einem hohen Potential (high) oder auf einem niedrigen Potential (low) liegt. Dabei ist das hohe Potential (high) dadurch definiert, daß es beispielsweise um 2,3 V über dem Massepotential der Schaltungsanordnung liegt. Da bei einem Mobiltelefon genauso wie bei vielen anderen auf Signalübertragung mittels Antennen basierenden Geräten die Signaleinkopplung von der Antenne zur Erde des Systems läuft, kann auch in dem Fall einer eingangs genannten Schaltungsanordnung eine elektrostatische Entladung sich direkt auf das Massepotential der Schaltungsanordnung auswirken. Über die direkte Kopplung einer Kontroll-Leitung an die Masse durch die Bedingung "high" kann sich der durch eine elektrostatische Entladung entstehende Spannungspuls neben dem Pfad über die Antenne auch noch über die Kontroll-Leitung auf die Schaltungsanordnung auswirken.

In einer Ausführungsform der Schaltungsanordnung ist eine Versorgungsleitung für eine Betriebsspannung vorgesehen. Die Versorgungsleitung ist vorteilhafterweise, aber nicht zwingend mit einer sekundären Schutzvorrichtung gegen elektrostatische Entladungen verbunden. Dabei gilt für mögliche Störpo-

tentiale an der Versorgungsleitung dasselbe wie es weiter oben bereits zu den Kontroll-Leitungen beschrieben worden ist.

- 5 Bei einer speziellen Ausführungsform der Schaltungsanordnung sind in der Schalteinheit zwei Feldeffekttransistoren vorgesehen. Jede Schaltstrecke jedes Feldeffekttransistors verbindet dabei den Anschluß mit einer Signalleitung. Jedes Gate jedes Feldeffekttransistors ist mit einer Kontroll-Leitung
10 verbunden. Ferner ist jedes Gate mit einer sekundären Schutzvorrichtung gegen elektrostatische Entladungen verbunden.

- Jede der genannten sekundären Schutzvorrichtungen kann ein Spannungsbegrenzungs-element enthalten, das eine Schaltspannung aufweist, welche kleiner als 100 V ist. Hierfür kommen
15 beispielsweise ein Varistor oder auch eine Zenerdiode in Betracht.

- Um das Ableiten von Störimpulsen auf das gemeinsame Bezugspotential zu erleichtern, sind die jeweiligen Spannungsbegrenzungs-elemente der sekundären Schutzvorrichtungen mit dem Referenzpotential verbunden.
20

- Als spezielle Ausführungsform der Schaltungsanordnung wird
25 eine Schaltungsanordnung angegeben, bei der der Anschluß der Antenneneingang eines Mobiltelefons ist. Hierfür bietet sich insbesondere die Verwendung der Schaltungsanordnung in einem Mobiltelefon an.

- 30 Hierfür ist es auch vorteilhaft, wenn die Signalleitungen die Sende- und Empfangspfade eines Mobiltelefons bilden.

- Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Schalteinheit einen Galliumarsenid-Schalter enthält. Solche Galliumarsenid-Schalter sind besonders günstig im Stromverbrauch und sie
35 sind auch sehr schnell.

In einer anderen Ausführungsform der Schaltungsanordnung kann die Schalteinheit und die primäre Schutzvorrichtung sowie gegebenenfalls die sekundäre Schutzvorrichtung in ein Vielschicht-Keramiksубstrat integriert sein. Dadurch kann die Integrationsdichte der Schaltungsanordnung sehr stark erhöht werden, was besonders bei mobilen Anwendungen im Mobilfunk von Vorteil ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert:

Figur 1 zeigt beispielhaft eine Schaltungsanordnung in einer schematischen Darstellung.

Figur 2 zeigt beispielhaft die Ausführung der primären Schutzvorrichtung in einer schematischen Darstellung.

Figur 2a zeigt ein weiteres Beispiel für die Ausführung der primären Schutzvorrichtung in einer schematischen Darstellung.

Figur 3 zeigt eine weitere Schaltungsanordnung beispielhaft in einer schematischen Darstellung.

Figur 4 zeigt beispielhaft eine weitere Schaltungsanordnung in einer schematischen Darstellung.

Bei den Figuren ist zu beachten, daß Elemente, die einander gleichen oder die die gleiche Funktion ausüben, mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind.

Figur 1 zeigt eine Schaltungsanordnung mit einem Anschluß 1, der als Eingang bzw. Ausgang für ein Hochfrequenzsignal geeignet ist. Es ist ferner eine Schalteinheit 3 vorgesehen, die den Anschluß 1 wahlweise mit einer der Signalleitungen 21a, 21b, 21c, 22a, 22b verbindet.

Zwischen dem Anschluß 1 und der Schalteinheit 3 ist eine primäre Schutzvorrichtung 41 vorgesehen. Sie ist mit dem Referenzpotential 7 verbunden. Zur Steuerung der Schalteinheit 3 sind Kontroll-Leitungen 91, 92, 93 vorgesehen. An den Kontroll-Leitungen 91, 92, 93 liegen Steuerspannungen VC1, VC2, VC3 an. Jede der Kontroll-Leitungen 91, 92, 93 ist mit einer sekundären Schutzvorrichtung 42 verbunden. Jede der Schutzvorrichtungen 42 ist mit dem Referenzpotential 7 verbunden.

Die sekundären Schutzvorrichtungen 42 werden gebildet durch Spannungsbegrenzungselemente 53a, 53b, 53c. Diese können beispielsweise Varistoren oder Zener-Dioden sein. Es kommt hierbei insbesondere in Betracht, einen Vielschichtvaristor zu verwenden, der eine Schaltspannung kleiner 100 V aufweist. Es ist darüber hinaus eine Versorgungsleitung 100 vorgesehen, die die Schalteinheit 3 mit Betriebsspannung VCC versorgt und die ebenfalls mit einer sekundären Schutzvorrichtung 42 in Form eines Spannungsbegrenzungselementes 54 versehen ist. Die sekundären Schutzvorrichtungen 42 werden insbesondere dann benötigt, wenn die Schalteinheit 3 einen Galliumarsenid-Schalter enthält. Für den Fall, daß die Schalteinheit 3 PIN-Dioden enthält, kann auf die sekundären Schutzvorrichtungen 42 verzichtet werden. Die Signalleitungen 21a, 21b, 21c können beispielsweise den Rx-Pfaden für das Empfangen von Signalen eines Mobiltelefons zugeordnet sein. Dementsprechend können die Signalleitungen 22a, 22b im Tx-Pfad zum Senden von Mobilfunksignalen eines Mobiltelefons zugeordnet sein.

Die Schalteinheit 3 kann auch ein keramisches Vielschichtbauelement sein, das einen Galliumarsenid-Schalter und darüber hinaus noch passive Komponenten zur Realisierung von Frequenzfiltern enthält.

Der externe Anschluß 1 kann als Hochfrequenzsignaleingang bzw. als Hochfrequenzsignalausgang dienen. Insbesondere kommt es in Betracht, die typischerweise bei Mobiltelefonen benutzten GSM-Signale über den externen Anschluß 1 in die Schalt-

einheit 3 zu leiten bzw. von der Schalteinheit 3 über den Anschluß 1 nach draußen zu senden.

Eine detaillierte Darstellung der primären Schutzvorrichtung 41 von Figur 1 zeigt die Figur 2. Hier ist beispielhaft angegeben, wie die primäre Schutzvorrichtung 41 gestaltet sein kann. In dem Beispiel von Figur 2 weist die primäre Schutzvorrichtung 41 eine Leitung 6 auf. Die Leitung 6 verbindet den Anschluß 1 mit der Schalteinheit 3. Die Leitung 6 ist verbunden mit einem Spannungsbegrenzungselement 51. Es ist in dem Beispiel von Figur 2 als Galliumarsenid-Doppeldiode und zwar als nppn-Diode ausgebildet. Eine solche Diode hat den Vorteil, daß sie so hergestellt werden kann, daß sie eine Schaltspannung kleiner 100 V aufweist. Ferner ist es möglich, solche Doppeldioden so herzustellen, daß sie eine Einfügedämpfung kleiner 0,1 dB aufweisen. Ferner ist es möglich, Doppeldioden dieser Art so herzustellen, daß sie eine parasitäre Kapazität kleiner 0,1 pF aufweisen. Da sich gemäß Figur 2 das Spannungsbegrenzungselement 51 in einer Parallelschaltung zur Leitung 6 befindet, trägt die gesamte Kapazität des Spannungsbegrenzungselementes 51 zur parasitären Kapazität bei. Das Spannungsbegrenzungselement 51 ist mit dem Referenzpotential 7 verbunden. Es ist darüber hinaus aber auch denkbar, anstelle der nppn-Doppeldiode eine pnp-Doppeldiode zu verwenden.

Insbesondere wird als Spannungsbegrenzungselement 41 eine Galliumarsenid-Doppeldiode verwendet, deren Schaltspannung zwischen 30 und 100 V beträgt.

30

Gemäß Figur 2A ist eine andere Ausführungsform für die primäre Schutzvorrichtung 41 gezeigt. Zusätzlich zum Spannungsbegrenzungselement 51 ist ein weiteres Schutzelement 52 vorgesehen. Das Schutzelement 52 muß nun nicht notwendigerweise ein Bauelement sein, das oberhalb einer Schaltspannung einen sehr geringen und unterhalb der Schaltspannung einen sehr hohen Widerstand aufweist. Das Schutzelement kann seine Schutz-

35

funktion auch als Strombegrenzung ausüben. Die Schutzfunktion des Bauelementes 52 rührt daher, daß es die Leitung 6 mit dem Referenzpotential 7 verbindet, womit in jedem Fall ein endlicher Stromfluß zwischen dem Anschluß 1 und dem Referenzpotential 7 verbunden ist. Demnach kann auch hier davon ausgegangen werden, daß das Schutzelement 52 die Strombelastung des Spannungsbegrenzungselementes 51 begrenzt. Das Schutzelement 52 kann beispielsweise eine Funkenstrecke sein, vgl. hierzu auch Figur 4. Es kann aber auch ein Polymersuppressor sein. Darüber hinaus kommt insbesondere eine Spule in Betracht, deren Induktivität größer als 18 nH ist. In diesen Fällen ist es vorteilhaft, zusätzlich zu den beiden Schutzelementen 51, 52 noch eine Kapazität 8 zwischen die beiden Schutzelemente 51, 52 in Reihe zur Leitung 6 zu schalten.

Hieraus ergibt sich eine LC-Komponente, die gebildet wird aus der Spule und der Kapazität 8. Durch geeignete Wahl der Kapazität, welche größer als 22 pF sein sollte und in einem Ausführungsbeispiel der Schaltungsanordnung 47 pF ist, kann es erreicht werden, daß die LC-Komponente im heute für den Mobilfunk interessanten Frequenzbereich eine Einfügedämpfung kleiner 0,1 dB aufweist. In dem in Figur 2A gezeigten Ausführungsbeispiel weist das Schutzelement 52 in Form einer Induktivität eine Induktivität von 56 nH auf (vgl. auch Figur 3). In einer Ausführungsform der Schaltungsanordnung gemäß Figur 2A in Verbindung mit Figur 1 ist es möglich, eine Schaltungsanordnung anzugeben, die für Frequenzen zwischen 0 bis 2 GHz RF-kompatibel ist und die gleichzeitig entsprechend der Norm IEC61000-4-2 ESD-Pulse bis 8 kV wirksam bis unterhalb der Fehlerschwelle der ansonsten in den Figuren gezeigten Komponenten unterdrücken kann.

Die Spannungsbegrenzungselemente 53a, 53b, 53c, 54 sollten eine Schaltspannung aufweisen, die kleiner 100 V ist. Vorzugsweise weisen sie eine Schaltspannung auf, die kleiner 10 V ist. Die Schaltspannungen können hier kleiner gewählt werden, als beim Anschluß 1, da die hier auftretenden Spannungen

die üblichen Betriebsspannungen von 5 V normalerweise nicht deutlich überschreiten. Demgegenüber können beim Betrieb eines Mobiltelefons an dem Anschluß 1 Spannungen bis zu 30 V auftreten.

5

Figur 3 zeigt eine weitere Ausführungsform für eine Schaltungsanordnung, bei der für die primäre Schutzvorrichtung 41 ein Schutzelement 52 vorgesehen ist, welches eine Spule ist. Dadurch kann die in Figur 2A bereits besprochene Induktivität
10 einfach realisiert werden.

Darüber hinaus zeigt Figur 3 den inneren Aufbau einer beispielhaften Schalteinheit 3. Es sind zwei Feldeffekttransistoren 111, 112 vorgesehen. Jeder Feldeffekttransistor 111,
15 112 verfügt über eine Schaltstrecke 121, 122, welche über das entsprechende Gate 131, 132 durchgeschaltet oder auch gesperrt werden kann. Die Schaltstrecke 121, 122 verbindet den Anschluß 1 mit einer Signalleitung 21a, 22a. Jedes Gate 131, 132 ist verbunden mit einer Steuerspannung VC1, VC2. Darüber
20 hinaus ist jedes Gate 131, 132 verbunden mit einer sekundären Schutzvorrichtung 42, welche in dem Beispiel von Figur 3 ein Varistor als Spannungsbegrenzungselement ist. Jeder der Varistoren ist seinerseits mit dem Referenzpotential 7 verbunden. Figur 3 ist auch zu entnehmen, daß anstelle der nppn-Doppeldiode von Figur 2 und Figur 2A es auch in Betracht
25 kommt, eine pnpn-Doppeldiode in der primären Schutzvorrichtung 41 zu verwenden.

Die Feldeffekttransistoren 111, 112, die in Figur 3 dargestellt sind, können beispielsweise einen Galliumarsenid-Schalter bilden. Dementsprechend ist es zweckmäßig, wenn die Feldeffekttransistoren 111, 112 auf der Basis von Galliumarsenid ausgeführt sind.
30

Darüber hinaus können in der beispielhafte Schalteinheit auch mehr als zwei Feldeffekttransistoren enthalten sein. In die-
35

sem Fall ist jedes Gate eines jeden Transistors mit einer sekundären Schutzvorrichtung zu beschalten.

Bei einer maximal im Mobiltelefon erzeugten Signalspannung von etwa 30 V wird bei Verwendung von Doppeldioden durch das Verhalten der Diode selbst eine Schaltspannung von etwa 30 bis 60 V erforderlich.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der Schaltungsanordnung, bei der für das Schutzelement 52 eine Funkenstrecke gewählt ist. Auch bei Verwendung einer Funkenstrecke ist es vorteilhaft, zusätzlich noch eine Kapazität 8 vorzusehen, die entsprechend Figur 2A und Figur 3 zur Leitung 6 geschaltet ist. Die Verwendung einer Funkenstrecke als Schutzelement 52 ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn in der Schalteinheit 3 PIN-Dioden zum Schalten der Signale vom Anschluß 1 auf die Signalleitungen 21a, 21b, 21c, 22a, 22b vorgesehen sind.

Die beschriebene Erfindung beschränkt sich nicht auf Mobiltelefone, sondern kann in jeder Schaltungsanordnung, bei der hochfrequente Signale vorkommen und bei der ein Schutz gegen elektrostatische Entladungen nötig ist, eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

	1	Anschluß
	21a, 21b, 21c, 22a, 22b	Signalleitung
5	3	Schalteinheit
	41	primäre Schutzvorrichtung
	42	sekundäre Schutzvorrichtung
	51, 53a, 53b, 53c, 54	Spannungsbegrenzungselement
	52	Schutzelement
10	6	Leitung
	7	Referenzpotential
	8	Kapazität
	91, 92, 93	Kontroll-Leitung
	100	Versorgungsleitung
15	VCC	Betriebsspannung
	VC1, VC2, VC3	Steuerspannung
	111, 112	Feldeffekttransistor
	121, 122	Schaltstrecke
	131, 132	Gate



Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung

- mit einem Anschluß (1) für ein Hochfrequenzsignal,
- 5 - mit wenigstens zwei weiteren Signalleitungen (21a, 21b, 21c, 22a, 22b),
- mit einer Schalteinheit (3) zum Verbinden des Anschlusses (1) mit einer Signalleitung (21a, 21b, 21c, 22a, 22b),
- mit einer primären Schutzvorrichtung (41) gegen elektrosta-
- 10 tische Entladungen, die zwischen den Anschluß (1) und die Schalteinheit (3) geschaltet ist,
- bei der die Schutzvorrichtung (41) ein erstes Spannungsbegrenzungselement (51) enthält, das alle Spannungsimpulse, deren Pulshöhe größer als 200 V ist, gegen ein Referenzpo-
- 15 tential (7) ableitet.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,

bei der das erste Spannungsbegrenzungselement (51) eine Einfügedämpfung aufweist, die kleiner als 0,3 dB ist.

3. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei der das erste Spannungsbegrenzungselement (51) eine Kapazität (8) aufweist, die kleiner 1 pF ist.

5 4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der das erste Spannungsbegrenzungselement (51) eine Galliumarsenid-Doppeldiode ist.

30 5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die primäre Schutzvorrichtung (41) eine Leitung (6) enthält, die den Anschluß (1) mit der Schalteinheit (3) verbindet und bei der das erste Spannungsbegrenzungselement (51) die Leitung (6) mit dem Referenzpotential (7) verbindet.

25 6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der ein zweites Schutzelement (52) parallel zum ersten Spannungsbegrenzungselement (51) geschaltet ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6,
bei der zwischen den Schutzelementen (51, 52) in Reihe zur
Leitung (6) eine Kapazität (8) geschaltet ist.
- 5 8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
bei der das zweite Schutzelement (52) eine Funkenstrecke ist.
9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
10 bei dem das zweite Schutzelement (52) ein Polymersuppressor
ist.
10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
bei dem das zweite Schutzelement (52) ein Überspannungsbau-
15 element ist, dessen Kapazität kleiner 1 pF ist.
11. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
bei dem das zweite Schutzelement (52) eine Induktivität grö-
ßer 18 nH ist.
- 20 12. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
- bei der eine oder mehrere Kontroll-Leitungen (91, 92, 93)
vorgesehen sind zur Steuerung der Schalteinheit,
- bei der jede Kontroll-Leitung (91, 92, 93) mit einer sekun-
25 dären Schutzvorrichtung (42) gegen elektrostatische Entla-
dungen verbunden ist.
13. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
bei der eine Versorgungsleitung (100) für eine Betriebsspan-
30 nung (VCC) vorgesehen ist, die mit einer sekundären Schutz-
vorrichtung (42) gegen elektrostatische Entladungen verbunden
ist.
14. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
35 - bei der die Schalteinheit (3) zwei Feldeffekttransistoren
(111, 112) enthält, wobei die Schaltstrecke (121, 122) je-

- des Feldeffekttransistors (111, 112) den Anschluß (1) mit einer Signalleitung (21a, 21b, 21c, 22a, 22b) verbindet,
- bei der jedes Gate (131, 132) jedes Feldeffekttransistors (111, 112) mit einer Kontroll-Leitung (91, 92) verbunden ist,
 - 5. - und bei der jedes Gate (131, 132) mit einer sekundären Schutzvorrichtung (42) gegen elektrostatische Entladungen verbunden ist.
- 10 15. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, bei der eine sekundäre Schutzvorrichtung (42) ein Spannungsbegrenzungselement (53a, 53b, 53c, 54) enthält, das eine Schaltspannung aufweist, die kleiner als 100 V ist.
- 15 16. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, bei der eine sekundäre Schutzvorrichtung (42) ein Spannungsbegrenzungselement (53a, 53b, 53c, 54) enthält, das ein Varistor ist.
- 20 17. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, bei der eine sekundäre Schutzvorrichtung (42) ein Spannungsbegrenzungselement (53a, 53b, 53c, 54) enthält, das eine Zenerdiode ist.
- 25 18. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, bei der eines oder mehrere der sekundären Schutzvorrichtungen (42) mit dem Referenzpotential (7) verbunden sind.
19. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
- 30 bei der die Schalteinheit (3) PIN-Dioden enthält.
20. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, bei der die Schalteinheit (3) einen Galliumarsenid-Schalter enthält.
- 35 21. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 20,

19

bei der der Anschluß (1) der Antenneneingang eines Mobiltelefons ist.

22. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 21,
5 bei der die Signalleitungen (21a, 21b, 21c, 22a, 22b) Sendee- und Empfangspfade eines Mobiltelefons bilden.

23. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 22,
10 bei der die Schalteinheit (3) und die primäre Schutzvorrichtung (41) in ein Vielschicht-Keramiksubstrat integriert sind.

Zusammenfassung

Schaltungsanordnung

5

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung mit einem Anschluß (1) für ein Hochfrequenzsignal, mit wenigstens zwei weiteren Signalleitungen (21a, 21b, 21c, 22a, 22b), mit einer Schalteinheit (3) zum Verbinden des Anschlusses (1) mit einer

10 Signalleitung (21a, 21b, 21c, 22a, 22b), mit einer primären Schutzvorrichtung (41) gegen elektrostatische Entladungen, die zwischen den Anschluß (1) und die Schalteinheit (3) geschaltet ist, bei der die Schutzvorrichtung (41) ein erstes Spannungsbegrenzungselement (51) enthält, das Spannungsimpul-

15 se, die größer als eine Schaltspannung von 200 V sind, gegen ein Referenzpotential (7) ableitet. Durch die Verwendung einer Galliumarsenid-Doppeldiode kann der Vorteil einer geringen Einfügedämpfung verbunden mit einer niedrigen Schaltspannung erreicht werden.

20

Figur 1

FIG 1

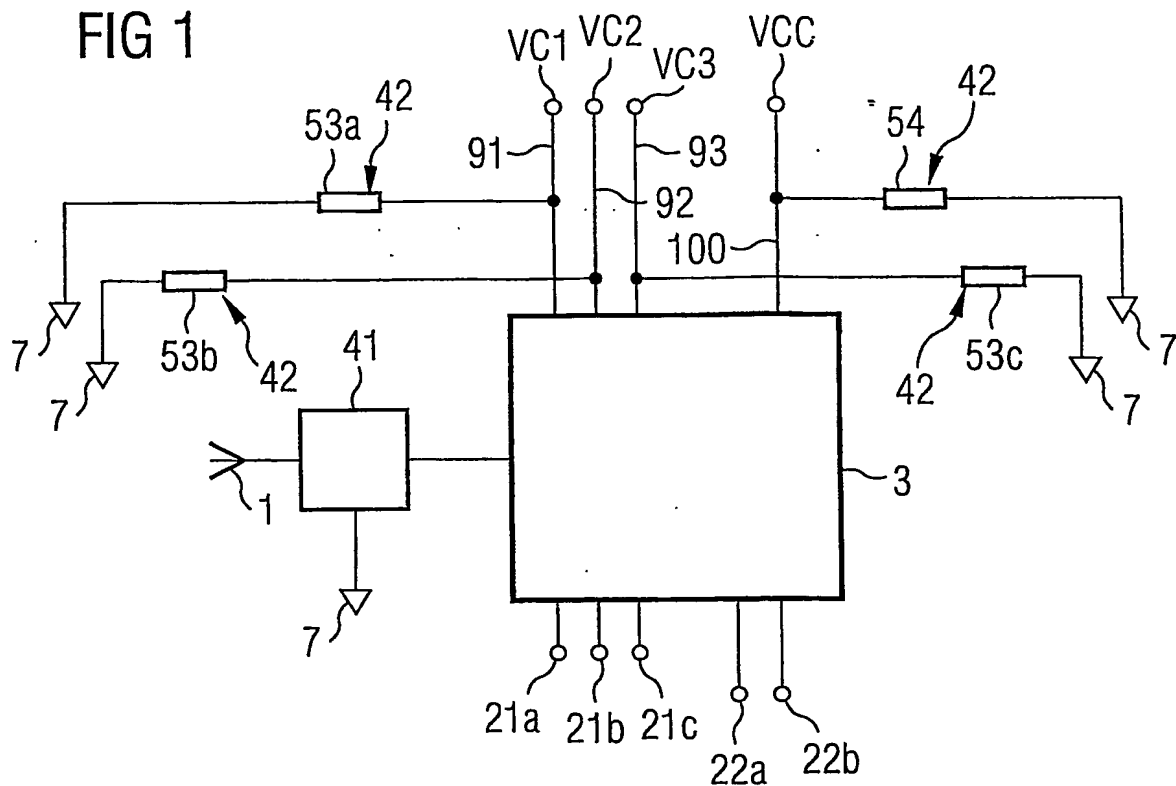


FIG 2

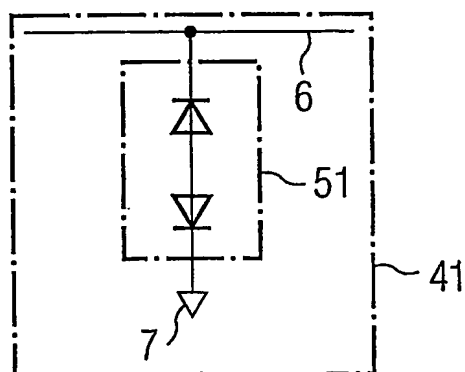


FIG 2A

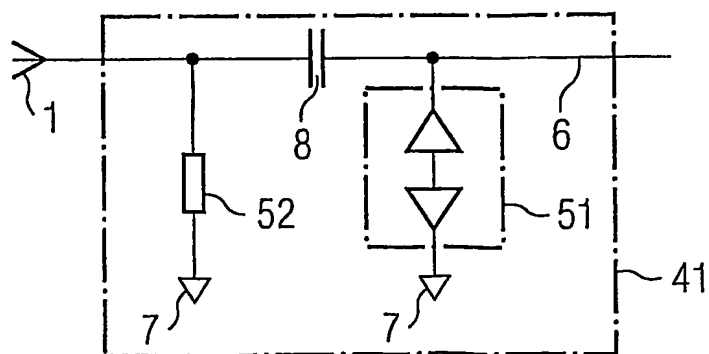


FIG 3

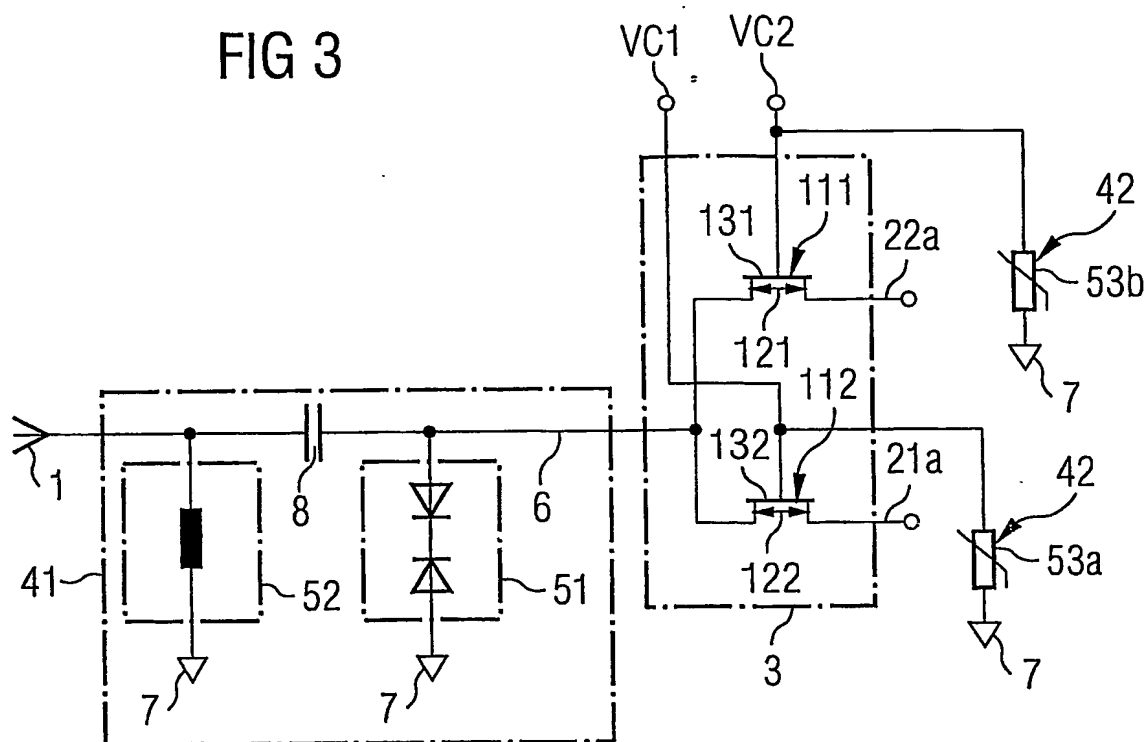
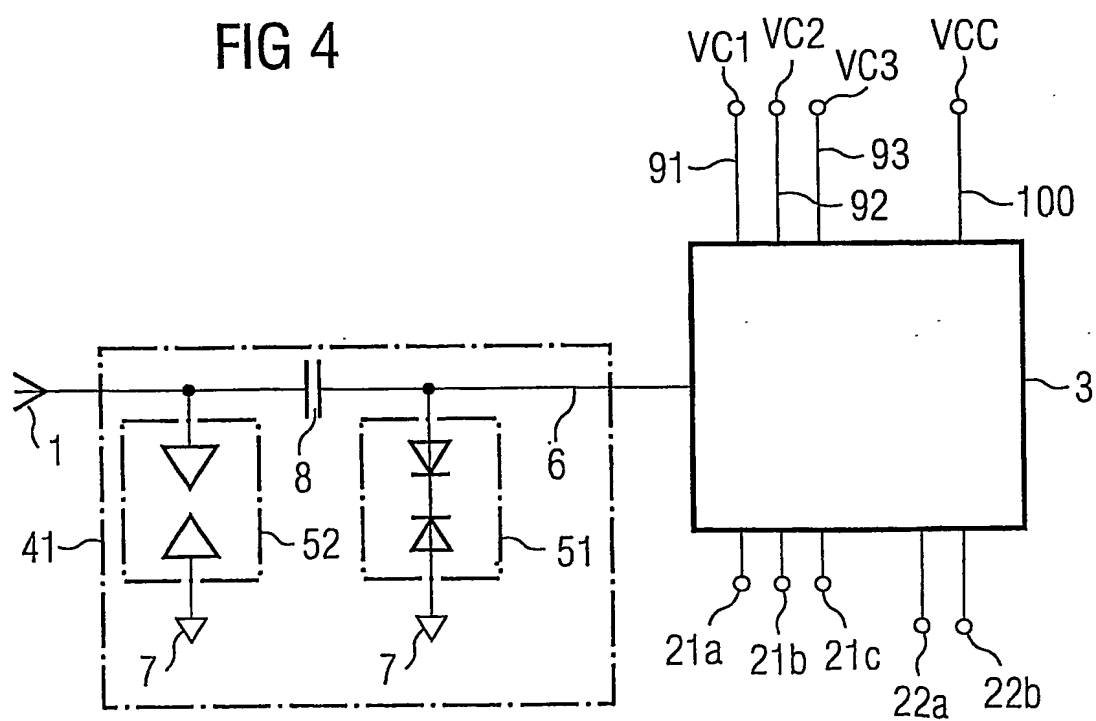


FIG 4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.